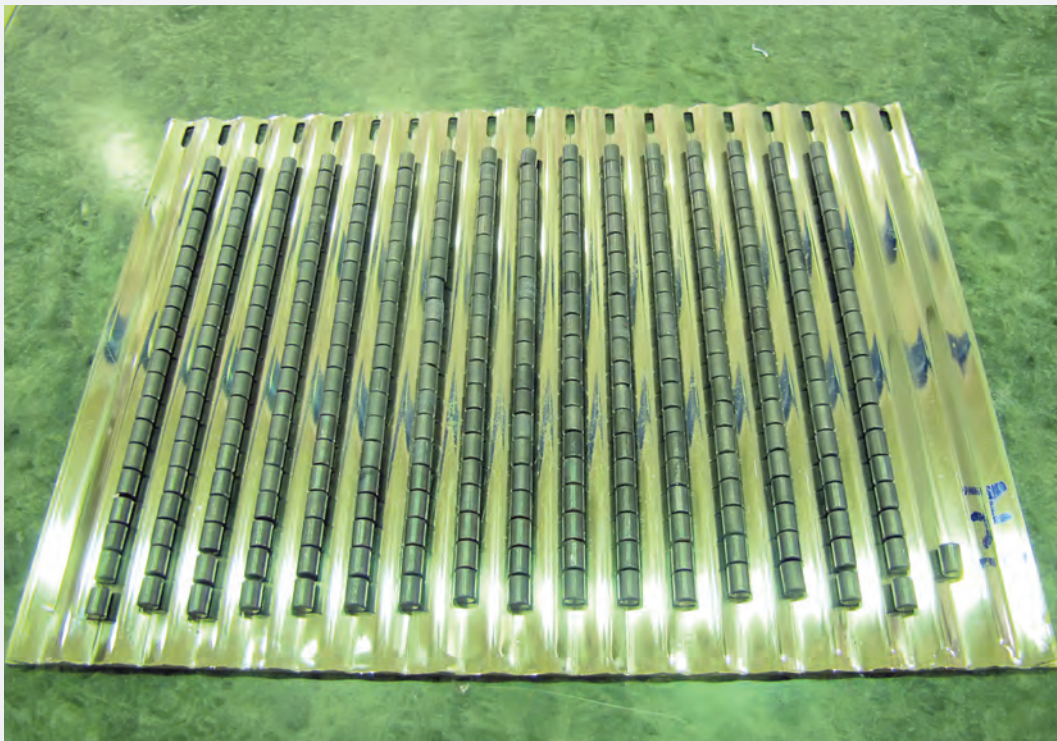




کار ساخت میله، قرص و مجتمع سوخت مجازی نیروگاه بوشهر در همین کارخانه FMP انجام می‌شود و آن گونه که من مطلع شدم، گویا ممکن است تست سرد و واحدهای ۲ و ۳ جدید بوشهر نیز با سوخت مجازی ایرانی ساخت FMP انجام شود.



قرص‌های سوخت مجازی (سربی) سوخت نیروگاه بوشهر آماده برای قرار گرفتن در میله‌های سوخت

استفاده از لیزر سطح بالا برای حکاکی

کارشناس واحد ادامه می‌دهد: «میله سوخت ما باید مشخصه‌ای داشته باشد تا قابل شناسایی و پی‌گیری باشد. برای این کار باید روی پلاگ پایینی آن حکاکی لیزری انجام دهیم.» به گفته کارشناس همراه ما، در همان سالن رفتیم. به گفته کارشناس همراه ما، این لیزر را ایران ساخته که از پیشرفته‌ترین انواع لیزر محسوب می‌شود. این دستگاه صد درصد ساخت ایران است و کارش در این قسمت حک کردن آدرس میله روی پلاگ پایین است. غلاف‌هایی که از ZPP می‌آید، اندازه دقیق ندارند و مناسب جوشکاری نیستند و این‌جا توسط دستگاهی سایز شده و یخ‌زنی می‌شود و با جرقه‌بیل به بخش بعدی منتقل می‌گردند. در این بخش لوله‌ها و قطعات زیر کونیومی، با مواد شوینده مخصوص شست‌وشو می‌شوند و در نتیجه غلاف سوخت تمیز و سایز شده نهایی برای ساخت میله سوخت منتقل می‌گردد. برای انتقال لوله‌ها که هر کدام حدود ۴ متر طول دارند، از یک آسانسور بسیار بزرگ حمل لوله که نمونه‌اش را جای دیگری ندیده‌ام، استفاده می‌شود چون باید این آسانسور حداقل به طول میله‌ها باشد. غلاف‌ها به سطح زمین می‌آیند و در سالن بزرگی که در این قسمت وجود دارد، در مرحله اول پلاگ پایینی لوله که حکاکی شده با یک جوش پیشرفته به نام EBW به انتهای لوله جوش خورده و یک لوله ته بسته را به ما می‌دهد. پس از تعیین وزن دقیق لوله و تطابق با استانداردها به مرحله بعد می‌رود. در این‌جا باید وزن یک میله سوخت راکتور اراک و قرص‌های داخل آن حدود ۴ کیلوگرم باشد. در ادامه بازدید، توجه من به لوله‌هایی طلایی‌رنگ که هر دو طرف آن‌ها بسته بود و کنارشان تابلوی هشدار تشعشع دیده می‌شد، جلب گشت. باورش برایم سخت بود که لوله‌های سوختی که تاکنون بارها نام و عکسشان را دیده بودم، همین‌ها باشند. با تردید به اپراتور مربوطه گفتم این‌ها سوخت مجازی است، دیگر؟ اما او با جدیت پاسخ داد: «سوخت مجازی رفت و این‌ها سوخت واقعی هستند که قرص سوخت‌های UO₂ فراوری شده طبیعی در آن‌ها وجود دارد.» احتیاط کردم و زیاد نزدیک نشدم اما گویا خطر خاصی نداشت. همان‌طور که متعجب از این لوله‌ها بودم

و به نوعی در میانه خط تولید غافل گیر شده بودم، به مرحله بعد رفتیم. میله ته بسته در ادامه باید قرص‌ها را دریافت کند که این کار در یک دستگاه موسوم به دستگاه بارگذاری قرص انجام می‌شود. در زمان بازدید ما پرسنل مشغول بارگذاری قرص‌های سربی (سوخت مجازی) در میله‌های مجتمع سوخت مجازی راکتور بوشهر بودند. کار ساخت میله، قرص و مجتمع سوخت مجازی نیروگاه بوشهر در همین کارخانه FMP انجام می‌شود و آن گونه که من مطلع شدم، گویا ممکن است تست سرد و واحدهای ۲ و ۳ جدید بوشهر نیز با سوخت مجازی ایرانی ساخت FMP انجام شود. در حالی که مشغول بازدید بودم، سعی می‌کردم عکس‌های خوبی هم از تولیدات بگیرم اما به دلیل ملاحظات امنیتی سالن و مشکلات عکس گرفتن در این گونه مکان‌ها کار بسیار دشوار بود. در دستگاه بارگذاری قرص سوخت و در حین فرستادن قرص‌ها به داخل میله سنسوری وجود دارد که وزن قرص‌ها را چک می‌کند، بعد از لود شدن همه قرص‌ها به داخل میله سوخت، در مرحله بعدی فنر زده می‌شود تا بتواند انقباض و انبساط در راکتور را تحمل کند. در مرحله آخر پلاگ پایینی نیز به ابتدای لوله سوخت جوش می‌شود و عملاً در این‌جا دیگر میله سوخت حاوی قرص سوخت بسته می‌شود.

این لوله‌های بسته شده و ظاهراً آماده باید در اتاقی که دستگاه اشعه ایکس قرار گرفته و ورود به آن ممنوع است تحت ایکس ری قرار بگیرند تا سلامت و صحت جوش‌های صورت گرفته در ابتدا و انتهای میله و تک‌جوش ته میله بررسی دقیق گردد و سپس در دستگاه دیگری در خلا، هر نوع نشستگی چک می‌شود. بعد از این مرحله میله‌ها به بخشی می‌رود که خروجی آن میله‌های طلایی‌رنگ است. مسئول خط توضیح می‌دهد: «فلسفه این بخش، این است که وقتی میله‌های سوخت در راکتور قرار می‌گیرند در اثر فشار و دمای بالا دچار خوردگی می‌شوند و ما برای جلوگیری از خوردگی یک اکسید الکتروشیمیایی از جنس خود لوله روی لوله تشکیل می‌دهیم که نهایتاً لوله‌های طلایی‌رنگ را به ما می‌دهد و از خوردگی لایه‌های زیرین جلوگیری می‌شود. سالن کناری، سالن ساخت میله‌های سوخت بخش‌های مونتاژ و ساخت مجتمع سوخت است و یک خط روی

زمین، این ۲ بخش را جدا کرده. در این واحد، ۱۱ مجتمع سوخت دی‌اکسید اورانیوم طبیعی برای راکتور آب سنگین اراک تولید شده و از توافق ژنو به این سو نیز در انتظار بازطراحی و نوع سوخت جدید است. همچنین در همین واحد یک نمونه از مجتمع سوخت مجازی برای نیروگاه بوشهر نیز ساخته شد که در فروردین ماه سال جاری برای اولین بار از آن رونمایی شد.»

فونداسیون‌سازی برای مجتمع سوخت

وی ادامه می‌دهد: «میله‌های آماده شده بر روی کیج به سالن مونتاژ مجتمع سوخت منتقل می‌شوند. در این بخش در ابتدا بر روی یک میز یک عدد نازل اکتیو قرار داده می‌شود که این از میان ۱۰ اسپیسر عبور کرده و با اسپیسرها جوش می‌خورد تا ساختمان و فونداسیون مجتمع سوخت اراک را تشکیل دهد. لیتیس هم در انتهای کار نصب می‌گردد تا ۱۸ میله را در خود بگیرد. این فونداسیون با یک تخت روان به قسمت بعدی می‌رود. اگر بخواهیم همان میله‌های سوخت طلایی‌رنگ را مستقیم از داخل اسپیسرها عبور دهیم، دچار خراشیدگی می‌شود که خوب نیست. برای رفع این مشکل یک پوشش موقتی از لاک آبی‌رنگ روی آن ایجاد می‌کنیم تا لوله را از خراشیدگی محافظت نماید.» او اضافه می‌کند: «اولین میله‌هایی که سال ۸۴ لاک زدیم، نارنجی بود. میله‌های لاک زده شده را به میز مونتاژ مجتمع سوخت اراک آورده و آن‌ها را داخل فونداسیون مجتمع سوخت لود می‌کنیم و با استفاده از رینگ‌هایی که وجود دارد این میله‌ها ثابت می‌شوند، همچنین سر و ته آن کول‌هایی قرار می‌گیرند که شبیه کاسه بوده و بالا و پایین مجتمع سوخت را در بر می‌گیرند.»

تست ایستاده مجتمع سوخت

در ادامه بخش مونتاژ به یک دستگاه ایستاده و چند متری جالبی رسیدیم که ۲ مانیتور در پایین به آن متصل بودند. این دستگاه نامش دستگاه اندازه‌گیری مشخصات هندسی مجتمع سوخت است و مجتمع سوخت در این‌جا قرار می‌گیرد تا با لیزر، هم راستایی شود و استوانه‌ای بودن و فاصله‌ها را اندازه‌گیری کند تا برای ورود به راکتور مشکلی نداشته باشد. این دستگاه



لوله‌های بسته شده حاوی قرص سوخت باید در اتاقی که دستگاه اشعه ایکس قرار گرفته و ورود به آن ممنوع است تحت ایکس ری قرار بگیرند تا سلامت و صحت جوش‌های صورت گرفته در ابتدا و انتهای میله و تک‌جوش ته میله بررسی دقیق گردد و سپس در دستگاه دیگری در خلا هر نوع نشستگی چک می‌شود.